

**УДК 621.311.6.001.24**

**Володимир Тромсюк, к.т.н.; Артем Метелиця**  
Вінницький технічний коледж, Україна

### **ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ КОНДЕНСАТОРІВ НА ЗАПУСК АС-DC ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ**

Анотація: робота присвячена визначенню параметрів зовнішніх конденсаторів для отримання мінімального часу затримки запуску АС-DC перетворювачів. В роботі розглянуті основні співвідношення для визначення ємності зовнішніх конденсаторів, які забезпечать мінімальний час затримки.

Ключові слова: АС-DC перетворювач; конденсатор; DC-DC перетворювач, час затримки

### **Volodymyr Tromsyuk, Ph.D.; Artem Metelitsa** **INFLUENCE OF CONDENSER PARAMETERS AT START OF AC-DC CONVERTERS**

Annotation: The work is devoted to the determination of the parameters of external capacitors to obtain the minimum delay time for the launch of AC-DC converters. In this paper, the main relations for determining the capacitance of external capacitors considered which would provide a minimum delay time.

Keywords: AC-DC converter; capacitor; DC-DC converter; delay time.

Все більшого поширення набувають АС-DC перетворювачі, виконані в компактному корпусі, на різні потужності: від десятків ват до десятків кіловат. Це пояснюється їх високою надійністю та зручністю експлуатації. Особливістю таких перетворювачів є: високий ККД, який сягає 98%; використання інтегрованих електромагнітних фільтрів; екранування від високочастотного випромінювання імпульсного трансформатора. Робочі температури АС-DC перетворювачів знаходяться в межах від -40 до 100 градусів Цельсія. Всі ці параметри дозволяють використовувати такі модулі для живлення: базових станцій стільникового зв'язку, різного телекомунікаційного обладнання, тестового і вимірювального обладнання, промислової автоматики, офісної техніки та обладнання, комп'ютерної техніки та багатьох інших електронних пристроїв і систем [1-4].

На значення постійних часу запуску АС-DC перетворювачів впливають такі параметри конденсаторів [5-6]:

- допустиме відхилення ємності;
- зміна ємності від температури;
- змінний струм конденсатора (струм витоку).

В колах АС-DC перетворювачів найчастіше використовуються оксидні електролітичні конденсатори. Особливістю використання таких конденсаторів є імпульсна зміна струму в момент подачі напруги. Протягом перших секунд після подачі напруги струм витоку швидко зменшується, аж поки не набуде постійного значення. Для всіх груп конденсаторів, які використовуються в АС-DC перетворювачах, при підвищенні температури до +100 °С значення номінального струму витоку, зазвичай, збільшується в 5-10 разів. Експлуатація АС-DC перетворювачів при низьких температурах висуває вимоги до зміни ємності конденсатора від температури [6]. Зміна ємності зовнішніх конденсаторів при зміні температури в діапазоні від -40 до 100 °С не повинна перевищувати 10%. В іншому випадку будуть в значному діапазоні

змінюватися вихідні параметри AC-DC перетворювача, що негативно вплине на роботу приладів і систем, які забезпечуються живленням за допомогою таких перетворювачів.

Вибір конденсаторів для AC-DC перетворювачів, полягає в отриманні мінімального часу затримки запуску перетворювача і отримання мінімального струму витоку навіть при високих температурах роботи перетворювача. Для отримання максимально стійкої схеми використовують зовнішні конденсатори C1 і C2 (рис. 1). Ємності цих конденсаторів визначають час затримки запуску AC-DC перетворювача. Ємність конденсатора C1 знаходиться в межах 0.47 – 680 мкФ і визначається в залежності від значення вхідної змінної напруги  $U_{AC\_in}$ .

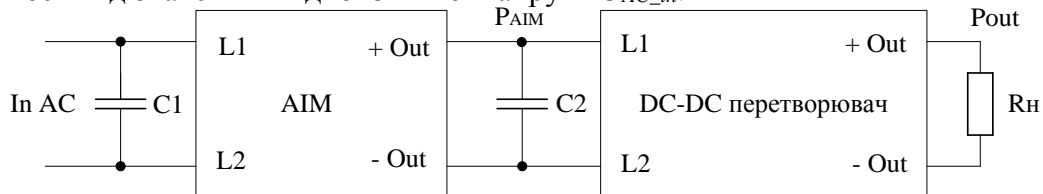


Рис. 1. Блок схема AC-DC перетворювача (AIM – Alternating Input Module)

Час затримки запуску AC-DC перетворювача визначається як інтервал часу від моменту виключення змінної напруги ( $T_4$ ) до моменту, коли DC-DC перетворювач починає виходити з режиму регулювання ( $T_5$ ), див. рисунок 2. Час затримки пуску є функцією напруги зарядки ємності конденсатора від вихідного навантаження і тієї точки на хвилі змінного струму, де конденсатор знову починає заряджатися. Наприклад, якщо змінний струм вимкнути тільки після перезарядки конденсаторів, то час утримання буде набагато більшим ( $T_3 - T_5$ ), ніж якщо б мережа змінного струму не спрацювала лише перед іншою перезарядкою ( $T_4 - T_5$ ).

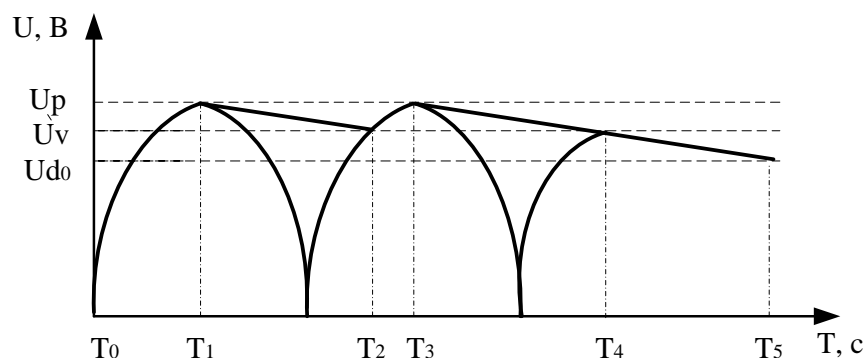


Рис. 2. Часові діаграми перетворення змінного струму

Визначення часу затримки запуску AC-DC перетворювача визначається із рівняння:

$$\frac{1}{2} C_2 \cdot U_p^2 - \frac{1}{2} C_2 \cdot U_{do}^2 = P_{AIM} \cdot (T_5 - T_3), \quad (1)$$

де  $U_p$  – максимальне амплітудне значення  $U_p = \sqrt{2} * U_{AC\_in}$ ;  $U_{do}$  – амплітуда розрядки конденсатора після вимкнення змінної напруги, коли DC-DC перетворювач виходить із режиму регулювання;  $T_5 - T_3$  – часовий інтервал розрядки конденсатора після вимкнення джерела змінної напруги;  $P_{AIM}$  – вихідна потужність AIM.

Часові параметри роботи AC-DC перетворювача:

- $T_0$  – початок роботи перетворювача;
- $T_1$  – пік випрямленого значення змінного струму або точка, в якій C2 повністю заряджений;

- T2 – найнижча точка випрямленого значення змінного струму в нормальних робочих умовах і точка, в якій C2 збирається «перезаряджатися». Це точка найменшої енергії в конденсаторі C2;
  - T4 – найнижча точка випрямленого значення змінного струму; точка найменшої енергії в C2; точка, в якій, якщо лінія змінного струму виходить з ладу, час утримання є найкоротшим, тобто "найгіршим випадком";
  - T5 – час, коли перетворювач виходить з режиму регулювання;
  - T5 - T4 – мінімальний час утримання. Фактичний час утримання може змінюватися до максимуму T5 - T3;
  - (T3 - T1) \* 2 = один цикл роботи конденсатора C2
- З рівняння (1) можна знайти ємність конденсатора C2:

$$C2 = 2 \cdot \frac{P_{AIM} \cdot (T5 - T3)}{U_p^2 - U_{do}^2} \quad (2)$$

Вхідна потужність перетворювача під час нормальної роботи подається від мережі змінного струму протягом часу провідності випрямлячів (T2-T3), які вбудовані в АІМ, і енергією, що зберігається в C2, коли випрямлячі в АІМ мають зворотне зміщення (T1 - T2). У разі вимкнення джерела змінного струму (T4), конденсатор C2 повинен продовжувати надавати енергію DC-DC перетворювачу до ввімкнення змінного струму або виходу перетворювача із режиму регулювання (T5). З рівняння (2) видно, що при зростанні вхідної потужності, необхідно збільшувати ємність зовнішнього конденсатора C2, а це значить, що схема буде менш чутливою до зміни ємності в залежності від зміни температури навколишнього середовища.

Висновки: В результаті проведеного дослідження визначено, що при збільшенні потужності джерела запуск перетворювача стає менш чутливий до зміни параметрів конденсаторів. При малопотужному джерелі змінної напруги найбільший вплив на характер і час пуску AC-DC перетворювача надають відхилення ємностей C1, C2 від їх номінального значення.

### **Література**

1. Обрусник В. П., Шадрин Г. А. Стабилизированные источники питания радиоэлектронных устройств. Томск: Изд-во ТУСУРа, 2011. 280 с.
2. Маниктала Санджай. Импульсные источники питания от А до Z. СПб.: Корона-Век, 2014. - 256 с.
3. Захарченко М. В., Кадацький А. Ф., Русу О.П., Малявін І.П., Русаловський В. Б., Грабовий О. А. Електроживлення систем зв'язку. Лабораторний практикум: Частина 1: Теоретичні положення; Частина 2: Методичні вказівки. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2011. - 312 с.
4. Kychak V., Tromsyuk V. Calculation of parameters of errors in radioelectronic and telecommunication systems. Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування. (VI Міжнародна науково-технічна конференція). Вінниця. ВНТУ. 2017. - С. 76-77.
5. ТРИФОНОВ Олег. AC/DC и DC/DCC преобразователи швейцарской компании FABRIMEX AG. Компоненты и технологии. № 1. 2008. С. 129-132.
6. Неяскин Константин. Регулировка параметров AC/DC-преобразователей Mean Well и удаленное управление ими. Компоненты и технологии. - 2017. - № 6. - С. 10-12.